



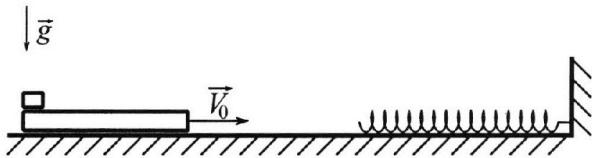
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 11-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Длинная доска массой $M = 2$ кг, на одном конце которой лежит небольшой брускок массой $m = 1$ кг, движется по горизонтальной гладкой поверхности со скоростью $V_0 = 1$ м/с. В некоторый момент доска начинает сжимать лежащую на поверхности легкую достаточно длинную пружину с коэффициентом жёсткости $k = 36$ Н/м, которая одним концом упирается в стенку (см. рис.). Коэффициент трения скольжения бруска по доске $\mu = 0,3$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Число «пи» в расчётах можете считать равным $\pi \approx 3$. Груз и доска всё время движутся в одной вертикальной плоскости.

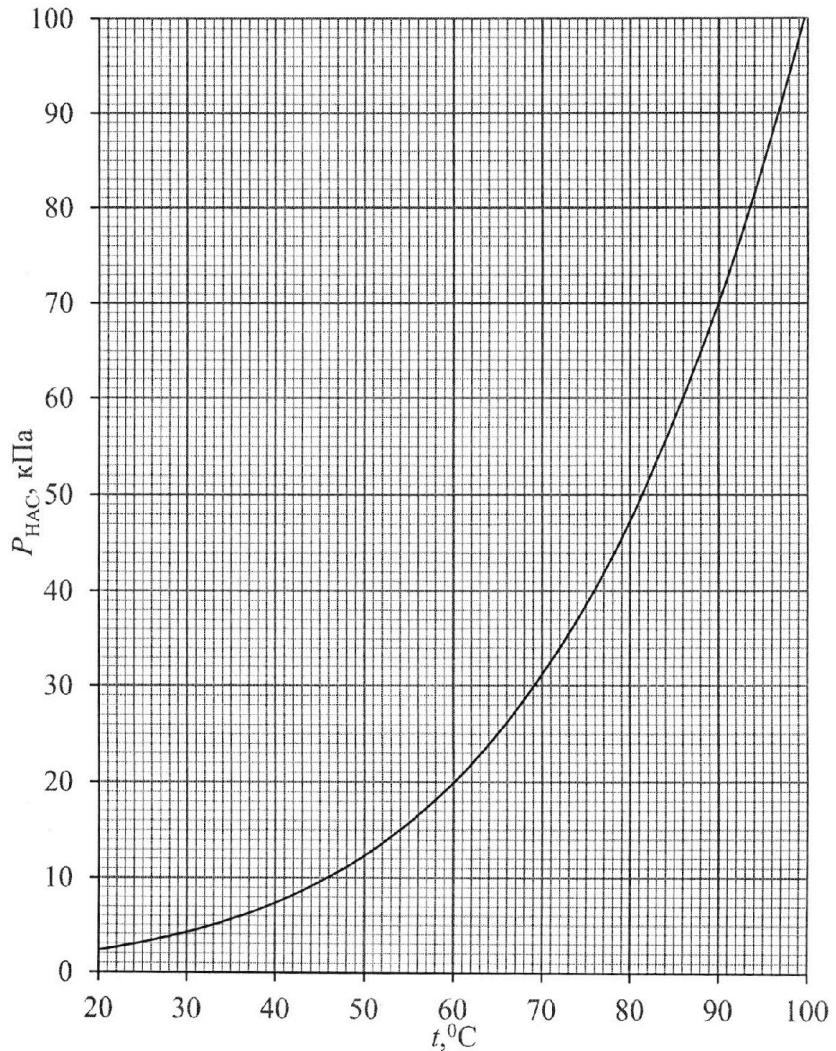


- 1) Найдите сжатие пружины в тот момент, когда начнётся относительное движение бруска и доски.
- 2) Найдите промежуток времени с момента начала сжатия пружины до момента начала относительного движения бруска и доски.
- 3) Найдите ускорение доски в момент максимального сжатия пружины.

2. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем находится влажный воздух при давлении $p_0 = 105$ кПа, температуре $t_0 = 97$ °С и относительной влажности $\varphi_0 = 1/3$ (33,3%). Содержимое цилиндра постепенно остывает до температуры $t = 33$ °С. Известен график зависимости давления насыщенного пара воды от температуры.

- 1) Найти парциальное давление пара P_1 при 97 °С.
- 2) Найти температуру t^* , при которой начнётся конденсация пара.
- 3) Найти отношение объёмов содержимого цилиндра V/V_0 в конце и в начале остывания.

Объёмом жидкости по сравнению с объёмом газа можно пренебречь. Пар считать идеальным газом.





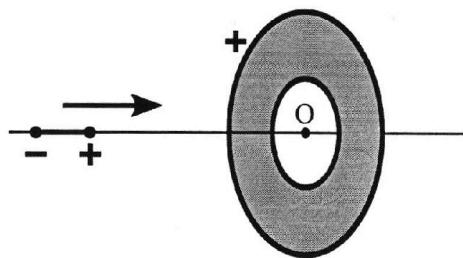
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 11-03

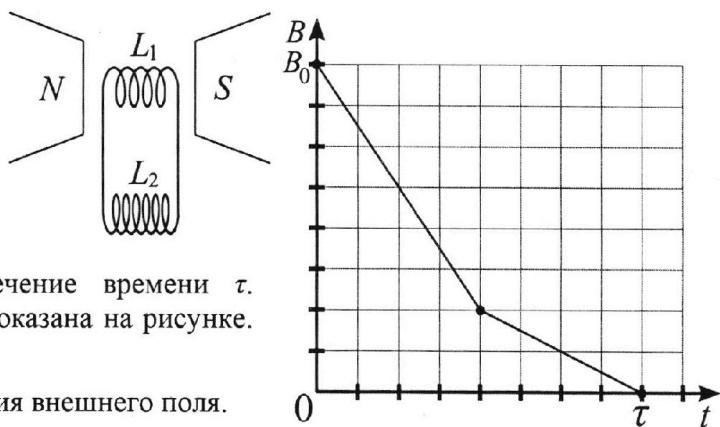
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

3. В плоском тонком диске в форме круга имеется круглое отверстие (см. рис.). Центры диска и отверстия совпадают в точке O . Диск имеет однородно распределенный по поверхности положительный заряд. Система из двух жестко связанных равных по модулю и противоположных по знаку точечных зарядов (диполь) движется с некоторой начальной скоростью из бесконечно удаленной точки вдоль оси симметрии диска и пролетает через отверстие. Заряды диполя находятся на маленьких шариках, на диполь действуют только силы электрического поля диска, диск закреплен, при пролете диполь не отклоняется от оси диска. Минимальная начальная скорость диполя, необходимая для пролета, равна V_0 . Диполю сообщают начальную скорость $\frac{3}{2}V_0$.



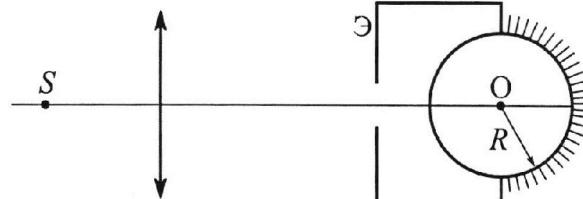
- 1) Найти скорость диполя при пролете центра диполя через центр отверстия.
- 2) Найти отношение максимальной и минимальной скоростей диполя при пролете.

4. Катушка индуктивностью $L_1 = L$ с числом витков n и площадью каждого витка S_1 находится во внешнем однородном магнитном поле с индукцией B_0 . Силовые линии поля перпендикулярны плоскости каждого витка. Вторая катушка индуктивностью $L_2 = 3L$ находится вне поля (см. рис.). Сопротивление катушек и соединительных проводов пренебрежимо мало. Изначально тока в катушках нет. Внешнее поле выключают в течение времени τ . Зависимость индукции внешнего поля от времени показана на рисунке. Взаимной индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) Найти ток I_0 через катушку L_1 в конце выключения внешнего поля.
- 2) Найти заряд, протекший через катушку L_1 за время выключения внешнего поля.

5. На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F расположены центр O прозрачного шара и точечный источник S , удалённый от линзы на расстояние $a = 1,1F$ (см. рис.). На поверхность шара, противоположную поверхности входа лучей, нанесено идеально отражающее зеркальное покрытие. С шаром жестко скреплен непрозрачный экран \mathcal{E} с небольшим круглым отверстием. Если шар расположен так, что расстояние от центра линзы до ближайшей к нему точки шара равно $b = 10,5F$, то изображение источника в системе «линза-шар» совпадает с самим источником при любом показателе преломления вещества шара.



- 1) Найти радиус R шара.

После того, как центр шара переместили вдоль оптической оси так, что расстояние от него до центра линзы увеличилось на $\Delta = 5,5F$, изображение источника снова совпало с самим источником.

- 2) Найти показатель преломления вещества шара.

Отражение света от наружной поверхности шара пренебрежимо мало. Экран \mathcal{E} обеспечивает малость углов α лучей (падающих на шар) с оптической осью и справедливость приближения $\sin \alpha \approx \alpha$.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$M = 2 \text{ кг};$$

$$m = 1 \text{ кг};$$

$$V_0 = 1 \text{ м/с};$$

$$k = 36 \text{ Н/м};$$

$$\mu = 0,3;$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2;$$

$$1) \Delta x_1 = ?$$

$$2) \tau = ?$$

$$3) a = ?$$

1)

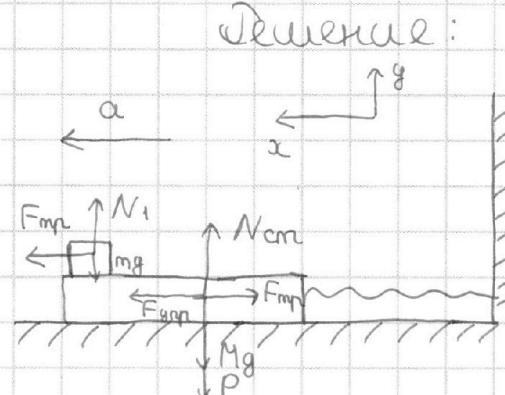


рис.1

Решение:

~~Рассмотрим произвольный момент~~
Рассмотрим силы на теле. Силы трения, действ. на доску и доску, равные по модулю по III з. л..

II з. л. досок Oy: $N_1 - mg = 0 \Rightarrow N_1 = mg$. В момент проскальзывания Fmp придет max значение: $F_{\text{mp}} = \mu N_1 = \mu mg$. (рис.1 - момент проскальзывания)

II з. л. досок Ox: $F_{\text{mp}} = ma$. т.к. $a = \mu g$. В данный момент досок

и доска двигаются с ускор. а. II з. л. доска
Ox: $F_{\text{mp}} - F_{\text{spr}} = Ma$; $k\Delta x_1 - \mu mg = Ma$;
 $k\Delta x_1 = \mu Mg + \mu mg$; $\Delta x_1 = \frac{\mu g(m+M)}{K} = \frac{3 \cdot 3}{36} = \frac{1}{4} \text{ м} = 25 \text{ см}$.

2) До начала проскальзывания доска + досок движутся как единое целое. Это можно представить в виде горизонтальной пружиной. маятником

$Cw = \sqrt{\frac{K}{m+M}}$; Представим, что тела были бы все влече скреплены. Находим период колебаний. по формуле

$$(m+M) \frac{V_0}{2} = \frac{KA^2}{2}; A = \sqrt{\frac{m+M}{K}}; x(t) \text{ при колебаниях: } x(t) = A \sin(\omega t + \phi_0). \text{ т.к. } \ddot{x}(t) = -A\omega^2 \sin(\omega t + \phi_0) = -\omega^2 x(t)$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

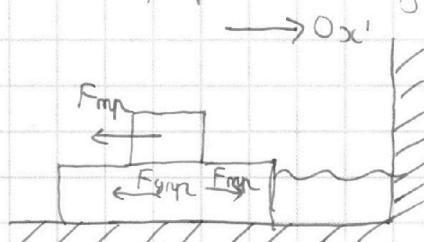
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$= A\omega \cos(\omega t + \varphi_0)$. В нач. момента шар имел
макс скорость $\frac{V_0}{M}$; $\frac{V_0}{M} = A\omega$. При $t=0$: $\frac{V_0}{M} = A\omega \cos \varphi_0$;
 $\Rightarrow \cos \varphi_0 = 1 \Rightarrow \varphi_0 = 0$. $x(t) = A \sin(\omega t)$. $A = \frac{V_0}{\omega}$;
 $x(t) = \frac{V_0}{\omega} \sin(\omega t)$. В момент τ : $x(\tau) = \Delta x_1$;

$$\Delta x_1 = \frac{V_0}{\omega} \sin(\omega \tau). \sin(\omega \tau) = \frac{\omega \Delta x_1}{V_0}; \text{ отсюда}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m+M}} = \sqrt{\frac{36}{3}} = \sqrt{12} = 2\sqrt{3} \text{ рад/с}; \frac{\omega \Delta x_1}{V_0} = \frac{2\sqrt{3} \cdot 1}{4 \cdot 1} = \\ = \frac{\sqrt{3}}{2}. \sin(\omega \tau) = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \omega \tau = \frac{\pi}{3} \text{ рад}; \tau = \frac{\pi}{3\omega} = \\ = \frac{\pi}{3} \cdot \sqrt{\frac{m+M}{k}} = 1 \cdot \sqrt{\frac{3}{36}} = 1 \cdot \sqrt{\frac{1}{12}} = \frac{1}{2\sqrt{3}} \text{ с.};$$

3) Запишем II з.з. в произв. момент времени,
когда началось проскальзывание (рис.2):



$$F_{fup} - F_{fdn} = M_{ax}; \mu mg - kx = M_{ax};$$

$M_{ax} + kx = \mu mg; x + \frac{k}{M} x = \frac{\mu mg}{k}$. Как видно,
доска всё-равно совершает колебательное движение
со сущ. полог. равновесия. При колебат. движ.
известно соотношение: $(\frac{x}{x_{max}})^2 + (\frac{v}{v_{max}})^2 = 1$;

В момент макс сокраща $a = a_{max} \Rightarrow v = 0$.

При макс. колебании $kx_0 =$

$$= \mu mg \Rightarrow \Delta x_0 = \frac{\mu mg}{k}; \text{ При макс колебаниях:}$$

$$\Delta x_0 = 2A \Rightarrow A = \frac{\Delta x_0}{2} = \frac{\mu mg}{2k}; a_{max} = Aw^2 = \frac{\mu mg \cdot k}{2k \cdot M} = \\ = \frac{\mu mg}{2M} = \frac{0,3 \cdot 10 \cdot 2}{4} = \frac{3}{4} = 0,75 \text{ м/с}^2 \text{ Ответ: 1) } 25 \text{ см; 2) } \frac{1}{2\sqrt{3}} \text{ с; } \\ 3) 0,75 \text{ м/с}^2$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

$$P_0 = 105 \text{ кПа};$$

$$t_0 = 97^\circ\text{C};$$

$$\varphi_0 = \frac{1}{3};$$

$$t = 33^\circ\text{C};$$

Решение:

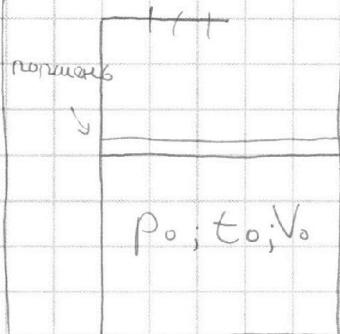


Рис. 1

1) $P_1 = ?$

2) $t^* = ?$

3) $\frac{V}{V_0} = ?$

1) Давайте три нач. состояния

(рис. 1). По закону Фаренгейта:
 $P_0 = P_{\text{с.в.1}} + P_{\text{н.в.1}}$, ~~При этом давление~~

где $P_{\text{с.в.1}}$ – парци. давление сух. воздуха при t_0 . $P_{\text{н.в.1}}$ – давление насыщ. паров при t_0 .

$= 97^\circ\text{C}$. $P_{\text{н.в.1}} \approx 90 \text{ кПа}$ (из графика).

$$\varphi_0 = \frac{P_1}{P_{\text{н.в.1}}} \Rightarrow P_1 = \varphi_0 P_{\text{н.в.1}} = \frac{1}{3} \cdot 90 \text{ кПа} = 30 \text{ кПа}$$

2) Конденсация начнётся, когда пар станет насыщенным. Тёплый дымок будет двигаться медленно (т.к. охлаждаем медленно) \Rightarrow из дымка пары следят, что давление воздуха $P_0 = \text{const.} \Rightarrow$ и пар, и сух. воздух по отдельности также будут изобарично сжиматься. При t^* : $P_{\text{в.п.}}^* = P_{\text{н.в.1}} = P_1 = 30 \text{ кПа}$ (в этот момент давление вог. пара станет насыщенным). $P_{\text{н.в.1}} = 30 \text{ кПа} \Rightarrow t^* = 69^\circ\text{C}$ (из графика).

3) При $t = 33^\circ\text{C}$ можно будет насыщенным



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

(т.к. уже при $t^* = 69^\circ\text{C}$ он уже был насыщ.).
а также сжатие изобарное (из пункта 2). По
закону Фальтона в нач. состояния: $P_0 = P_{\text{в.п.к.}} +$
 $+ P_{\text{с.в.к.}}$ ($P_{\text{в.п.к.}}, P_{\text{с.в.к.}}$ – давление пара и сух. воздуха
в нач. состояния соответст.) $P_{\text{в.п.к.}} = P_h(t)$
 $P_h(t) = 5 \text{ кПа}$ (из графика). $P_{\text{с.в.к.}} = P_0 - P_{\text{в.п.к.}} =$
 $= 105 \text{ кПа} - 5 \text{ кПа} = 100 \text{ кПа}$. Сухо-ти - во вещества
сух. воздуха постоянно. Поэтому закон Фальтона
в нач. состояния: $P_{\text{с.в.1}} = P_0 - P_1 = 75 \text{ кПа}$. Поэтому
для сух. воздуха в нач. и конеч. состояния:

$$\frac{P_{\text{с.в.1}} V_0}{P_{\text{с.в.к.}} V} = \frac{\gamma_{\text{с.в.}} R T_0}{\gamma_{\text{с.в.1}} V_0} ; \quad \frac{P_{\text{с.в.к.}} V}{P_{\text{с.в.1}} V_0} = \frac{T}{T_0} ; \quad T = t + 273 \text{ K} =$$

$$= 306 \text{ K}. \quad T_0 = t_0 + 273 \text{ K} = 370 \text{ K}.$$

$$\frac{V}{V_0} = \frac{P_{\text{с.в.1}} T}{P_{\text{с.в.к.}} T_0} = \frac{\frac{75 \cdot 306}{100 \cdot 370}}{4} = \frac{3 \cdot 306}{4 \cdot 370} = \frac{3 \cdot 153}{2 \cdot 370} = \frac{459}{740}$$

Ответ: 1) 30 кПа; 2) 69°C ; 3) $\frac{459}{740}$;



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Дано:

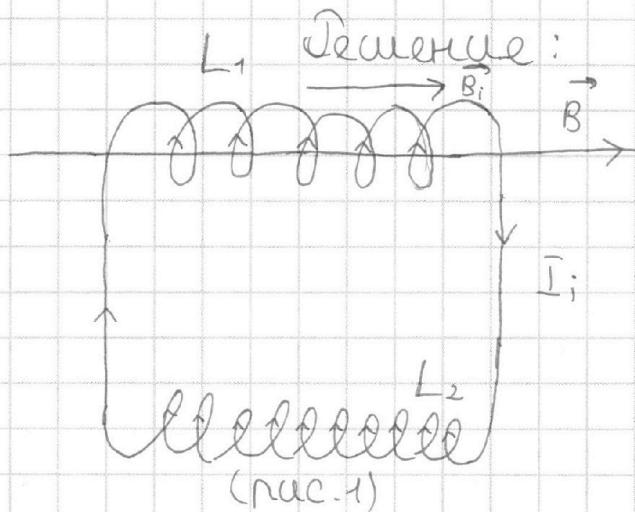
$$L_1 = L;$$

$$n; S_1; B_0;$$

$$L_2 = 3L; \gamma;$$

$$1) \bar{I}_o = ?$$

$$2) q = ?$$



1) $\bar{I}_o = ?$

2) $q = ?$

1) $\tilde{\text{Соуде мағнита}} \tilde{\text{Караладено}}$
 $\tilde{\text{от севера к югу (т.е. на нашем}}$
 $\tilde{\text{рисунке вправо)}}.$ $\tilde{\text{Дассмотрим пром. элемент}}$
 $\tilde{\text{времени (рис.1). Соуде}} B \tilde{\text{ уменьшается}} \Rightarrow \tilde{\text{но пра-}}$
 $\tilde{\text{вedu леница андуку. ток. Создаёт мағн. поле}}$
 $B_1 \uparrow \uparrow B.$ $\tilde{\text{Видерем обход контура, сонаправ.}}$

$|E_i| = U_{L_1} + U_{L_2}$, где U_{L_1} и U_{L_2} - напряжения в катушках L_1 и L_2 соотвеств. $|E_i| = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| \cdot n =$
 $\geq \cancel{n} S_1 \cdot B; |E_i| = S_1 \cdot \left| \frac{dB}{dt} \right| \cdot n; U_{L_1} = L_1 \frac{d\bar{I}_{L_1}}{dt};$
 $U_{L_2} = L_2 \frac{d\bar{I}_{L_2}}{dt}; S_1 \cdot n \left| \frac{dB}{dt} \right| = L_1 \frac{d\bar{I}_{L_1}}{dt} + L_2 \frac{d\bar{I}_{L_2}}{dt};$

$\tilde{\text{Рассмотрим пром. времени от 0 до}} \frac{\gamma}{2} (\tilde{\text{в этом}})$
 $\tilde{\text{пром. времени мағн. поле}} B \tilde{\text{ убыв. в 2 раза от}}$

$\tilde{\text{стартового}}).$ $\int^{\frac{\gamma}{2}} \left| \frac{dB}{dt} \right| = - \frac{dB}{dt} (\text{т.к. } dB < 0, \text{ т.е.}$
 $\tilde{\text{поле уменьшается}}).$ $-n S_1 \cdot \frac{dB}{dt} = L \cdot \frac{d\bar{I}_{L_1}}{dt} + 3L \frac{d\bar{I}_{L_2}}{dt};$

$-n S_1 dB = L d\bar{I}_{L_1} + 3L d\bar{I}_{L_2};$ $\tilde{\text{Упростим выражение да-}}$
 $\tilde{\text{жое выражение:}} -n S_1 \int^{\frac{\gamma}{2}} dB = L \int^{\frac{\gamma}{2}} d\bar{I}_{L_1} + 3L \int^{\frac{\gamma}{2}} d\bar{I}_{L_2}.$

(Через катушки в конце будем брать остатковий



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\text{тожд. } nS_1B_0 = L\bar{I}_0 + 3L\bar{I}_0; \quad \bar{I}_0 = \frac{nS_1B_0}{4L};$$

$$2) \text{ из пункта 1: } -nS_1 \frac{dB}{dt} = L \frac{d\bar{I}_{L1}}{dt} + 3L \frac{d\bar{I}_{L2}}{dt}.$$

В магн. момента времени протекают одновременно токи \Rightarrow и скорости их изменения также равны. Тогда $\frac{d\bar{I}_{L2}}{dt} = \frac{d\bar{I}_{L1}}{dt} = \frac{d\bar{I}_L}{dt}$; $-nS_1 \frac{dB}{dt} = 4L \frac{d\bar{I}_L}{dt}$;

Рассмотрим пром. Времена от 0 до $\frac{\pi}{2}$ (В этом пром. Времена одна опр. скорость уменьшения B).

$$-nS_1 \frac{dB_1}{dt} = 4L \frac{d\bar{I}_L}{dt}; \quad \frac{dB_1}{dt} - \text{тангенс угла наклона}$$

$$B \text{ прои. от 0 до } \frac{\pi}{2}. \quad \frac{dB_1}{dt} = -\frac{6B_0}{4\tau} = -\frac{3B_0}{2\tau}; \quad nS_1 \cdot \frac{3B_0}{2\tau} =$$

$$= 4L \frac{d\bar{I}_L}{dt}; \quad 3nS_1B_0 \cdot dt = 8L\tau d\bar{I}_L. \quad \text{Интегрируем: } 3nS_1B_0 \int dt = 8L\tau \int d\bar{I}_L; \quad 3nS_1B_0 t = 8L\tau \bar{I}_L;$$

$$\bar{I}(t) = \frac{3nS_1B_0}{8L\tau} \cdot t; \quad \text{К моменту } \frac{\pi}{2}: \quad \bar{I}_1 = \bar{I}\left(\frac{\pi}{2}\right) =$$

$$= \frac{3nS_1B_0}{8L\tau} \cdot \frac{\pi}{2} = \frac{3nS_1B_0}{16L}; \quad \bar{I}_L = \frac{dq_L}{dt} \Rightarrow dq_L = \bar{I}_L dt;$$

$$dq_L = \frac{3nS_1B_0}{8L\tau} t dt; \quad \text{Тогда } q_{L1} - \text{заряд, прои. через}$$

$$\text{который за время от 0 до } \frac{\pi}{2}. \quad q_{L1} = \frac{3nS_1B_0}{8L\tau} \int_0^{\frac{\pi}{2}} t dt =$$

$$= \frac{3nS_1B_0}{8L\tau} \cdot \frac{\pi^2}{8} = \frac{3nS_1B_0\pi^2}{64L}; \quad \text{Рассмотрим пром. Времена от } \frac{\pi}{2} \text{ до } \pi; \quad -nS_1 \cdot \frac{dB_2}{dt} = 4L \frac{d\bar{I}_L}{dt}; \quad \frac{dB_2}{dt} - \text{тангенс угла наклона } B(t) \text{ в пром. от } \frac{\pi}{2} \text{ до } \pi.$$

$$\frac{dB_2}{dt} = -\frac{\frac{1}{4}B_0}{\frac{\pi}{2}} = -\frac{B_0}{4} \cdot \frac{2}{\pi} = -\frac{B_0}{2\pi}; \quad nS_1 \cdot \frac{B_0}{2\pi} = 4L \frac{d\bar{I}_L}{dt};$$

$$nS_1B_0 dt = 8L\tau d\bar{I}_L; \quad nS_1B_0 \int_{\pi/2}^{\pi} dt = 8L\tau \int_{\bar{I}_1}^{\bar{I}_2} d\bar{I}_L;$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$nS_1B_0 \left(t - \frac{\tau}{2} \right) = 8L\tau (\bar{I} - \bar{I}_1); nS_1B_0 t - \frac{nS_1B_0\tau}{2} = \\ = 8L\tau \bar{I} - 8K\tau \cdot \frac{3nS_1B_0}{16L}; nS_1B_0 t = \frac{nS_1B_0\tau}{2} + \\ + 8L\tau \bar{I} - \frac{3nS_1B_0\tau}{2}; nS_1B_0 t = 8L\tau \bar{I} - nS_1B_0\tau \\ \bar{I}_L(t) = \frac{nS_1B_0(t+\tau)}{8L\tau} \quad (\text{в пром. Времени от } \frac{\tau}{2} \text{ до } \tau).$$

В конце у нас будет ток I_0 . q_{L2} — заряд, пром. Время от $\frac{\tau}{2}$ до τ . $dI_L = \frac{dq_L}{dt}$;

$$dq_L = I_L dt; dq_L = \frac{nS_1B_0}{8L\tau} t dt + \frac{nS_1B_0}{8L} dt; \\ q_{L2} = \frac{nS_1B_0}{8L\tau} \int_{\tau/2}^t t dt + \frac{nS_1B_0}{8L} \int_{\tau/2}^t dt; q_{L2} = \frac{nS_1B_0}{8L\tau} \cdot \frac{3\tau^2}{8} + \\ + \frac{nS_1B_0}{8L} \cdot \frac{\tau}{2} = \frac{3nS_1B_0\tau}{64L} + \frac{nS_1B_0\tau}{16L} = \frac{7nS_1B_0\tau}{64L}; \\ q = q_{L1} + q_{L2} = \frac{3nS_1B_0\tau}{64L} + \frac{7nS_1B_0\tau}{64L} = \frac{10nS_1B_0\tau}{64L} = \\ = \frac{5nS_1B_0\tau}{32L} \quad \text{Ответ: 1) } \frac{nS_1B_0}{4L}; 2) \frac{5nS_1B_0\tau}{32L};$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
3 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{1}{F} = \frac{10}{11F} + \frac{1}{10,5F+2R - \frac{4R^2-FR}{GR-2F}} ;$$

$$\frac{1}{F} = \frac{10}{11F} + \frac{1}{(10,5F+2R)(GR-2F) - 4R^2+FR} ;$$

$$\frac{1}{F} = \frac{10}{11F} + \frac{1}{8R^2+60FR-21F^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
1 ИЗ 13

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N^o 5

Дано:

$$F; a = \frac{11}{10} F;$$

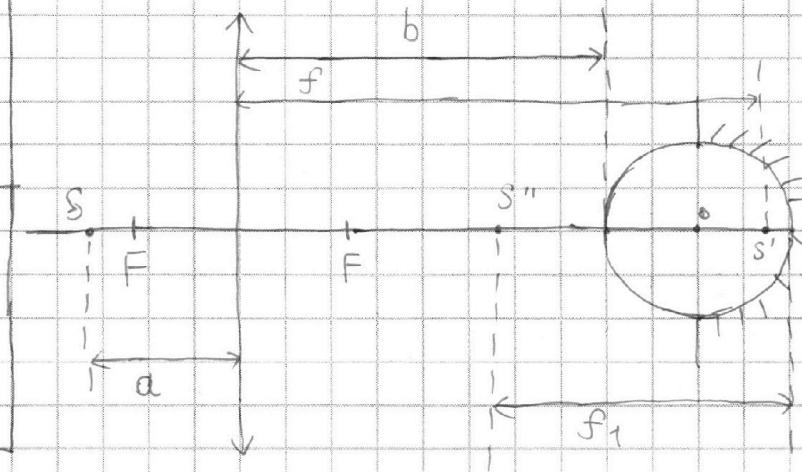
$$b = \frac{21}{2} F;$$

$$1) R = ?$$

$$2) n = ?$$

$$a = \frac{11}{2} F$$

Решение:



1) В первый раз в линзе формируется действ. изобр. на расст. f от неё. Это формирует только один изображения: $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f}$; $\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{10}{11} \Rightarrow f = 11F$.

Далее линза попадает на шар под шаром - это упаковка (из-за экрана). Часто S' - изобр., формирующее первый раз в линзе. У первого раза нет априори. Поверхности шара линзы идут под шаром - это упаковка = > это можно воспользоваться как соединяющую линзу. Это усн. изобр. совпадает с самим собой при любом $n \geq 1$ > давайте возьмём n шара точно такой же, как и n следов, где находится линза и источник. Тогда на поверхности линзы не будут преображаться, а будут ^{помехи} отражаться от задней поверхности. Заднюю часть поверхности шара можно воспринимать, как серебряное зеркало. Давайте отражение на серебряной поверхности ближе.

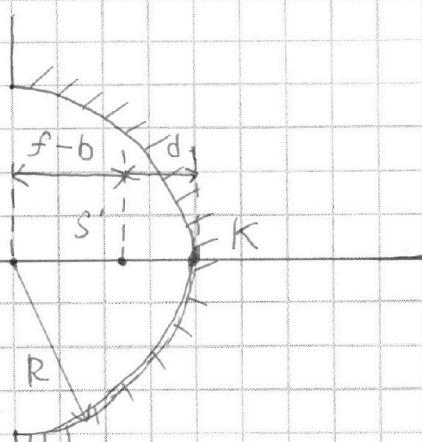
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
2 ИЗ 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



Как известно, в сферич. зеркале формируются изображение (при малых углах). Но фронтальное зеркало: $\frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1} = \frac{2}{R}$; f_1 -расст.

От зеркала до изобр. в нём. $d_1 = R - f = f + b$; $\frac{2}{R} = \frac{1}{R-f+b} + \frac{1}{f_1}$. изобр. в линзе - предшествует фронтальному зеркалу. В сфер. зеркале должно сформ. действ. изображение.

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{2R-11F+10,5F} + \frac{1}{f_1}; \quad \frac{2}{R} = \frac{1}{2R-\frac{1}{2}F} + \frac{1}{f_1};$$

$$\frac{2}{R} = \frac{2}{4R-F} + \frac{1}{f_1} \cdot f_1 R (\cancel{2R-F}). \quad 2f_1(\cancel{2R-F}) = 2f_1 R +$$

$$+ R(2R-F). \quad f_1 R - 2Ff_1 = 2f_1 R + 2R^2 - FR;$$

$$f_1 = \frac{2R^2 - FR}{4R - 2F - 2R}; \quad f_1 = \frac{R(2R-F)}{4R - 2F}; \quad f_1 - \text{расст.}$$

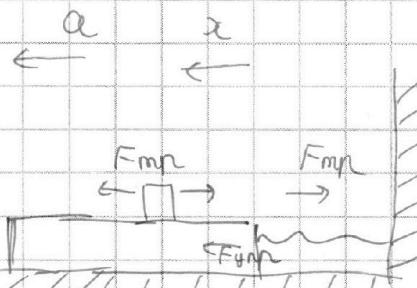
От м. K до S'' (последний S'' - изобр. в сфер. зеркале) дальше S'' - предшествует линзке. Но фронтальное тонкой линзы в этой же сущ. разе: $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b+2R-f_1}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



подложка левит.
при трении

$$K\Delta x_m - \mu mg = Ma$$

$$(m+M)v_0^2 = K\Delta x_m^2 (x)$$

$$F_{ymp} - F_{mp} \overset{\text{умнг}}{=} Ma$$

$$K\Delta x_m.$$

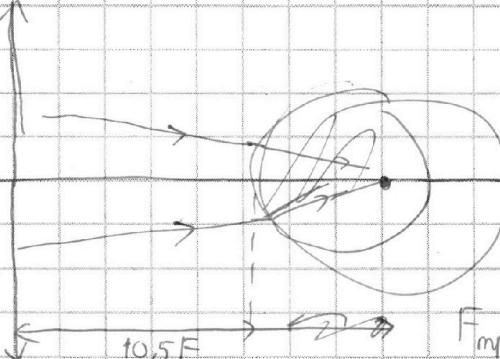
~~$$QD \neq 2 \frac{1}{11} E$$~~

$$a_x = \frac{K}{M} x = \frac{\mu mg}{M}$$

$$K\Delta x_m - \mu mg = Mag$$

F

$$\Delta F_{mp} = -F_{mp} \cdot S_{опис}$$



10,5F

$$F_{mp} = max$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f}; \frac{1}{11F} = \frac{10}{11F} + \frac{1}{f}; f = 11F.$$

$$P_0 = \text{const}$$



$$\frac{MV_0^2}{2} = 0 +$$

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}; F = \frac{R}{2}$$

$$\frac{(m+M)V_0^2}{2} = \frac{K\Delta x_m^2}{2} \quad \otimes$$

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{2}{R}$$

$$F_{mp} - F_{ymp} = Max$$

$$\mu mg - F_{kx} = Max$$

$$Max + kx = \mu mg$$

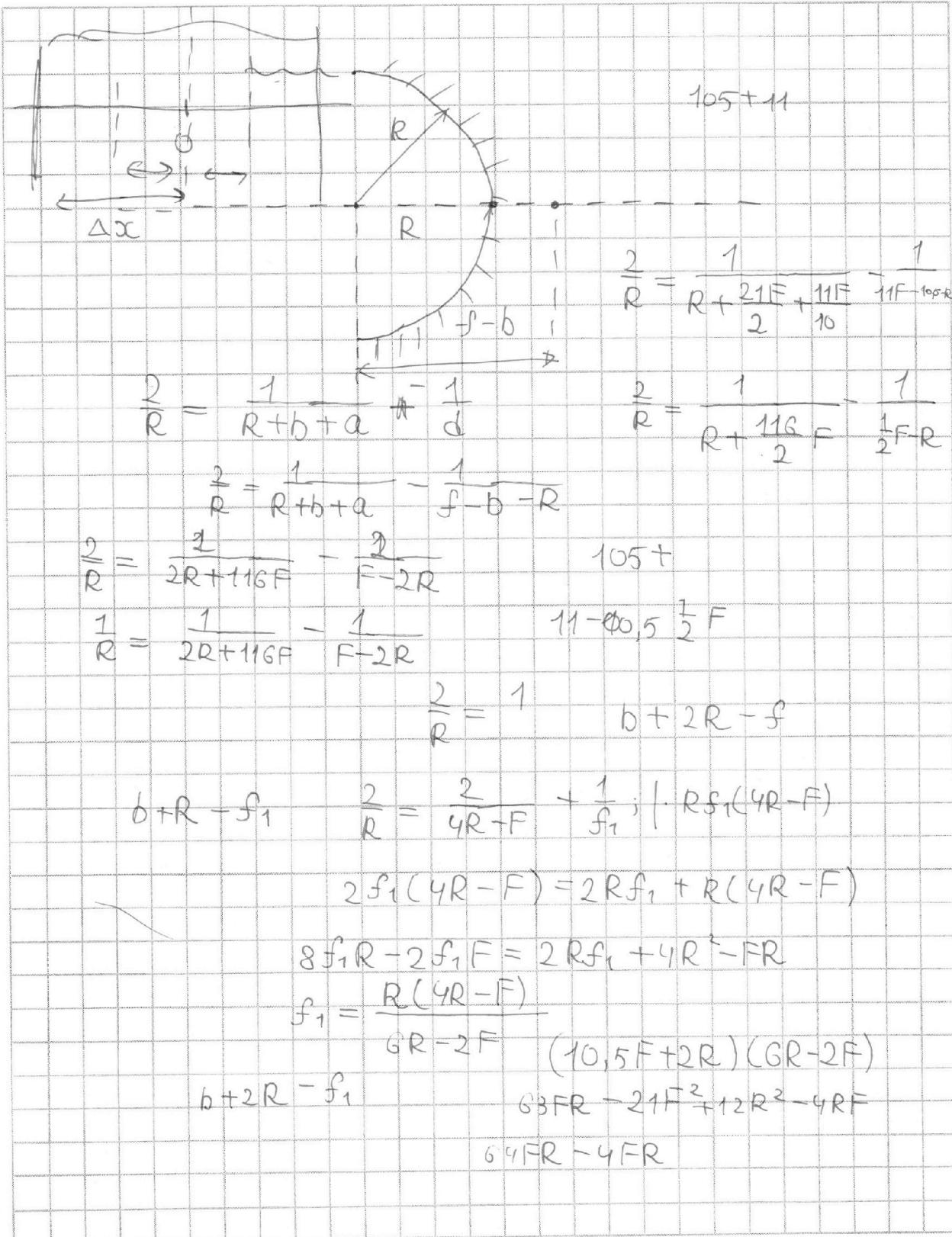
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

СТРАНИЦА
ИЗ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$nS_1 \cdot \frac{3B_0}{2\tau} = 4L \frac{dI_L}{dt}$$

$$\tau = 2\pi\sqrt{\frac{m+M}{K}}$$

$$e_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -S_1 n \frac{dB}{dt} \cdot dt^2$$

$$B \cdot dt \quad e \cdot dt \quad w =$$

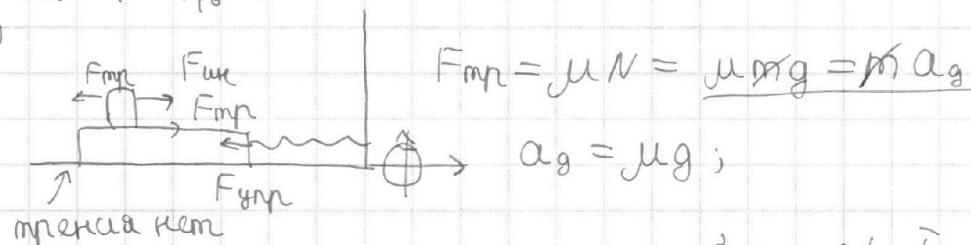
$$x(t) = A \sin(\omega t + \varphi_0) \quad nS_1 \cdot \frac{3B_0}{2\tau} = 4L \frac{dI_L}{dt}$$

$$x(t) = A \sin(\omega t).$$

$$(m+M) \omega_0^2 = \frac{3B_0^2}{2} \rightarrow x \quad 3nS_1 B_0 \cdot dt = 8L\tau dI_L.$$

$$\cos = 1 \rightarrow \varphi_0 = 0$$

$$v(t) = A\omega$$



$$-Ma_g = -F_{\text{fric}} nS_1 \cdot \frac{3}{4} B_0 = 4L \cdot \ddot{I}$$

$$F_{\text{fric}} - F_{\text{fric}} = Ma \quad = 1 \cdot \sqrt{\frac{3}{36}} = \cancel{\frac{1}{6}} B_0 - \frac{1}{4} B_0 = \frac{3}{4} B_0$$

$$Kx = a(M+m) / \frac{nS_1 B_0}{8L\tau} \cdot \frac{3\tau^2}{2} \sqrt{\frac{K}{m+M}} = \sqrt{\frac{36}{3}} = \sqrt{12} = 2\sqrt{3}$$

$$600 + 140 \quad \Rightarrow \quad \frac{\tau^2}{2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\tau^2}{4} \cdot \frac{2\sqrt{3} \cdot 1}{4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} =$$

$$= \frac{\tau^2}{2} - \frac{\tau^2}{8} = \frac{4\tau^2 - \tau^2}{8} = 370$$

$$\frac{\tau^2}{2} - \frac{1}{2} \cdot \frac{\tau^2}{4} = \frac{1}{2} - \frac{3}{2} = -2$$

$$370 = 10 \cdot 37 \quad t = \tau$$

$$153 = 37 \cdot \frac{3 \cdot 51}{3 \cdot 3 \cdot 17} = \frac{nS_1 B_0 t}{8L\tau} + \frac{nS_1 B_0 \tau}{8L\tau}$$



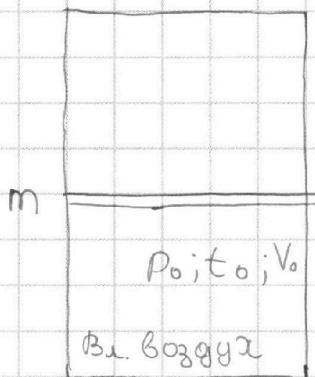
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

Груз \rightarrow другое



$$P_h(t_0); P_{B.1} = \varphi_0 P_h(t_0) \Rightarrow$$

$$\rightarrow P_{C.B.1}$$

$$P_0(t_0); V_0$$

$$P_{B.1} = 30 \text{ кПа}; P_h$$

Вл. воздух

$$P_{C.B.1} = 75 \text{ кПа}. \quad 0 \rightarrow \frac{\pi}{2}$$

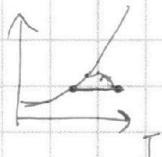
const



const



$$P$$



$$P_h(t)$$

$$\boxed{P_h(t^*)} \cdot V = \gamma_B R T^*$$

$$P_{C.B.2} \cdot V = \gamma_{C.B.} R T^*$$

$$P_{B.1} \cdot V_0 = \gamma_B R T_0$$

$$P_{C.B.1} V_0 = \gamma_{C.B.} R T_0$$

$$\frac{\gamma_{C.B.}}{\gamma_B} = \frac{75}{30} = \frac{5}{2}$$

$$n S_1 B_0 = L \bar{I} + 3L \bar{I}^\circ$$

$$\frac{P_{C.B.1}}{P_{B.1}} = \frac{\gamma_{C.B.}}{\gamma_B}; \quad P = \text{const}$$

$$\frac{P_{C.B.2}}{P_h(t^*)} = \frac{5}{2}; \quad P_h(t^*) = 30 \text{ кПа}$$

$$= 69^\circ\text{C}$$

$$\Rightarrow P_{C.B.2} = 75 \text{ кПа}$$

$$\rightarrow B; \quad B_0; \quad L; \quad n; \quad S_1$$

$$-n S_1 \left(\frac{dB}{dt} \right) = L \frac{d\bar{I}_1}{dt} + 3L \frac{d\bar{I}_2}{dt}$$

$$\left(\overbrace{\qquad \qquad \qquad}^{I_1}, \overbrace{\qquad \qquad \qquad}^{I_2}, \overbrace{\qquad \qquad \qquad}^{3L} \right)$$

$$\bar{I}: \quad \frac{6B_0}{4\tau} = \left(\frac{3B_0}{2\tau} \right) \quad |e_i| = U_{L1} + U_{L2};$$

$$|e_i| = \frac{d\Phi}{dt} = S_1 \cdot \left| \frac{dB}{dt} \right| = S_1 \cdot \frac{1}{2\tau}$$

$$S_1 \cdot \left| \frac{dB_1}{dt} \right| \cdot n = L \cdot \frac{d\bar{I}}{dt} + 3L \cdot \frac{d\bar{I}}{dt}$$